

# 人工湿地技術を応用した花壇の 3年間の水質浄化性能の評価

日本大学 学生会員 ○佐藤 聖人  
日本大学 正会員 中野 和典

## 1. 研究背景と目的

2015年に閣議決定された国土形成計画では、「本格的な人口減少社会において、豊かさを実感でき、持続可能で魅力ある国土づくり、地域づくりを進めていくために、社会資本整備や土地利用において、自然環境が有する多様な機能(生物の生育・生育の場の提供、良好な景観形成、気温上昇の抑制等)を積極的に活用するグリーンインフラの取組を推進する」ことが決定されている。一方、2020年10月の臨時国会での所信表明演説において菅義偉首相は、2050年に国内の温室効果ガス排出を実質ゼロにすると宣言した。そのような背景により本研究では、人口減少が先行した福島県の葛尾村に人口減少対策と温室効果ガス対策の両方に貢献するグリーンインフラとして、公衆トイレの浄化槽に人工湿地技術を応用した花壇を組み合わせることを試みた。その効果を検証することを目的として本研究では、3年間の花壇による浄化槽処理水の浄化性能と花壇の維持に要するエネルギーを評価した。

## 2. 調査対象とした花壇と調査方法

本研究で調査対象とした花壇を写真-1に示す。公衆トイレの浄化槽処理水は花壇1号に送られ、花壇1号の処理水は花壇2号に送られる。花壇2号の処理水は、道路の側溝に放流される。花壇1号は4段のプランターで構成されており、プランターのサイズは、底面直径850mm、天面直径1000mm、高さ500mmである。ろ材として1段目と2段目には砂利とゼオライト、3段目には砂利と砂、4段目には砂利と活性炭が充填されている。花壇2号は幅19.7m、奥行0.82mの1段構成となっており、ろ材の深さは0.15mである。このような人工湿地技術を応用した花壇による浄化槽処理水の浄化を2019年より開始し、浄化槽処理水(原水)と花壇1号及び2号の処理水を月1-2回採水してCOD<sub>Cr</sub>、全窒素(T-N)、全リン濃度及び大腸菌群数を測定した。2021年には花壇2号のろ材を砂から鹿沼土に入れ替える工事を実施した。本研究では2019年から2021年にかけての3年間の水質浄化性能を評価した。



写真-1 調査対象とした花壇と公衆トイレの外観

## 3. 結果と考察

### 3.1 3年間のCOD<sub>Cr</sub>浄化性能の評価

浄化槽処理水(原水)を給水した花壇1号及び2号の流入前後の3年間の水質の経時変化を図-1に、3年間の水質浄化性能を表-1に示す。原水に着目すると、1年目に285mg/Lであった平均濃度が2年目には423mg/Lに増加し、3年目では407mg/Lとなり、2年目以降は非常に高い濃度で花壇に流入していた。花壇1号による平均除去率は、1年目に45%であったが2年目には17%に減少し、3年目では43%となり、3年目には1年目と同レベルに回復していた。この結果より、原水濃度の増加の影響を受けて2年目に減少した花壇1号のCOD<sub>Cr</sub>浄化性能が、3年目には原水濃度の増加に適応していたことが明らかとなった。花壇2号を経た平均除去率は、1年目に81%であったが2年目には61%に減少し、3年目では74%となった。この結果は3年間の花壇1号の浄化性能の増減と一致しており、花壇1号の浄化性能の影響が大きいことが明らかとなった。花壇2号のろ材を鹿沼土に変更した効果は、COD<sub>Cr</sub>の浄化性能には反映されなかった。

### 3.2 3年間のT-N浄化性能の評価

原水に着目すると、1年目に135mg-N/Lであった平均濃度が2年目には126mg/Lに減少し、3年目では101mg/Lとなり、2年連続で低下した。このように公衆トイレの浄化槽処理水のT-Nの挙動はCOD<sub>Cr</sub>とは全く異なることが示された。花壇1号による平均除去率は、1年目及び2年目はそれぞれ28及び34%であったのに対し、3年目には13%となり大きく減少

キーワード: グリーンインフラ、花壇、人工湿地、排水処理、

〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 日本大学工学部 土木工学科 環境生態工学研究室

していた。これに対し花壇 2 号を経た平均除去率では、1 年目に 77%であったが 2 年目には 44%に減少し、3 年目では 71%に回復していた。花壇 2 号の浄化性能が 2 年目に低下していたのに対し、3 年目には花壇 1 号で低下した浄化性能を花壇 2 号が補っていることから、花壇 2 号のろ材を鹿沼土に変更した効果は、T-N の浄化性能には反映されたことが明らかとなった。

### 3.3 3 年間の T-P 浄化性能の評価

3 年間の原水の平均濃度は 23~26mg-P/L の範囲内にあり、COD<sub>Cr</sub> や T-N と異なり、原水の T-P 濃度が非常に安定していることが明らかとなった。花壇 1 号による平均除去率は、1 年目及び 2 年目がそれぞれ 28 及び 24%であったのに対し、3 年目でも 23%となり、3 年間一定の除去性能で安定していたことが示された。これに対し花壇 2 号を経た平均除去率では、1 年目に 76%であったが 2 年目には 52%に減少し、3 年目では 65%に回復していた。この傾向は T-N と同様であり、花壇 2 号の浄化性能が 2 年目に低下していたのに対し、3 年目には回復したことを示している。花壇 2 号のろ材を鹿沼土に変更した効果は、T-P の浄化性能にも反映されたことが明らかとなった。

### 3.4 3 年間の大腸菌群の除去性能の評価

原水に着目すると、1 年目に 13000 個/mL であった平均濃度は 2 年目には 16000 個/mL と同等であったが、3 年目では 9040 個/mL と減少していた。このように公衆トイレの浄化槽処理水の消毒は不十分であり、10<sup>3</sup> から 10<sup>4</sup> レベルの大腸菌群が排出され続けていた。花壇 1 号による平均除去率は、1 年目及び 2 年目はそれぞれ 55 及び 51%であったのに対し、3 年目でも 66%であり、3 年間に渡り同等であった。これに対し花壇 2 号を経た平均除去率では、1 年目に 88%であったが 2 年目には 78%に減少し、3 年目では 94%に向上していた。この結果より、花壇 2 号のろ材を鹿沼土に変更した効果が大腸菌群の除去性能にも反映されたことが明らかとなった。

### 3.5 花壇の維持に要したエネルギー

表-1 に示されるように花壇 1 号及び 2 号への流入水には高濃度の窒素およびリンが含まれており、写真-1 に示すように植物の成長は旺盛であり、植物を育て緑化を促進する液肥としての有効性を確認することができた。花壇 1 号と 2 号の消費電力は 1 年目が 0.37kWh、2 年目は 0.35kWh、3 年目は 0.62kWh であった。消費電力は花壇 1 号及び 2 号に通水するポンプの動力を反映しており、3 年目の通水量がこれまでよりも大きかったことが示唆された。

BOD 除去型の性能評価型 5 人槽浄化槽の消費電力と比較すると、3 年間の平均消費電力は約 3 分の 1 であり、その程度の動力で浄化槽処理水に残存する栄養塩を有効活用した自動散水による花壇の維持ができることが示された。

### 4. まとめ

本研究により、人工湿地技術を応用した花壇の水質浄化性能の持続可能性が示された。3 年間の実績により、人工湿地技術を応用した花壇の省エネ性と省メンテナンス性は明らかであり、人口減少社会において汚水を資源としながら気候変動対策としての緑化を促進する手法としての有効性を示すことができた。

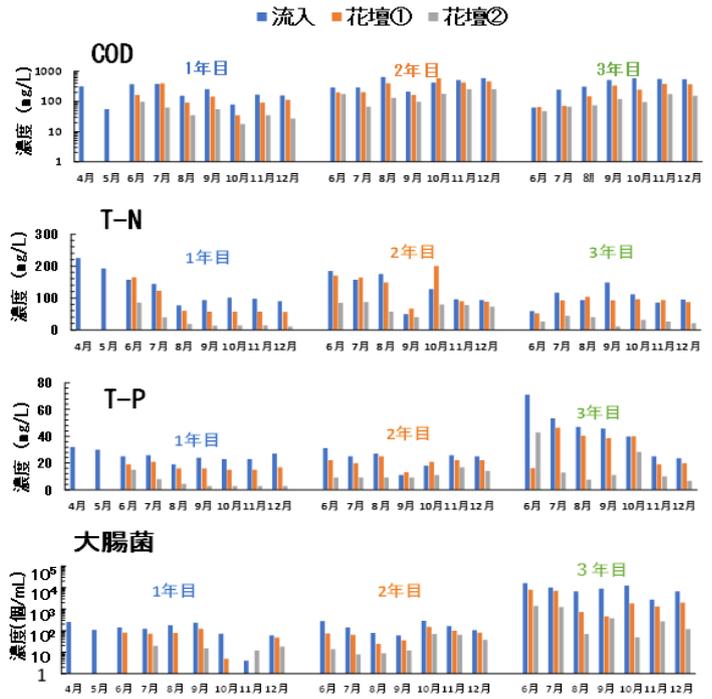


図-1 花壇流入前後の水質の変化

表-1 3年間の花壇の水質浄化性能の比較

	COD <sub>Cr</sub>		大腸菌		T-N		T-P	
	平均	SD(±)	平均	SD(±)	平均	SD(±)	平均	SD(±)
1年目								
原水(mg/L)	285	116	13000	7600	135	49	25	4
花壇1号処理水(mg/L)	156	108	5800	4100	97	41	18	2
除去率(%)	45		55		28		28	
花壇2号処理水(mg/L)	53	25	1600	300	31	25	6	10
除去率(%)	81		88		77		76	
2年目								
原水(mg/L)	423	154	16000	15400	126	46	23	6
花壇1号処理水(mg/L)	350	154	7800	3900	83	47	18	3
除去率(%)	17		51		34		24	
花壇2号処理水(mg/L)	165	67	3600	2500	71	16	11	3
除去率(%)	61		78		44		52	
3年目								
原水(mg/L)	407	188	9040	3988	101	26	26	4
花壇1号処理水(mg/L)	233	128	3057	2896	88	15	20	2
除去率(%)	43		66		13		23	
花壇2号処理水(mg/L)	104	43	503	532	29	11	9	1
除去率(%)	74		94		71		65	